NUOVI STUDI

SULLA MALATTIA DEL CASTAGNO

DETTA

DELL' INCHIOSTRO

MEMORIA

DEL PROFESSORE GIUSEPPE GIBELLI

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1883

Estratta dalla Serie IV, Tomo IV, delle Memorie dell' Accademia delle Scienze
dell' Istituto di Bologna, e letta nella Sessione 24 Dicembre 1882.

Primi studî sulla malattia — Fino dalla primavera del 1875, per incarico del R. Ministero di Agricoltura e Commercio, mi sto occupando di questa malattia, che devasta i castagneti dell'Alta Italia, della Toscana e della Liguria. Frutto dei miei precedenti studî sono i rapporti pubblicati nella *Gazzetta Ufficiale* del Gennaio 1876 e nel giornale *Le Stazioni Agrarie* 1875, vol. V, una nota negli Atti dell'Accademia delle Scienze di Modena 1877, e un opuscolo a parte estratto dal Bollettino del Comizio Agrario di Modena del 1879 col titolo: *La Malattia del Castagno: Osservazioni ed esperienze 1875-79.*

Dal 1879 in poi io non ho mai desistito dallo studiare la misteriosa malattia, e scopo di questa memoria è mettere in luce fatti non ancora pubblicati, che mi paiono nuovi e interessanti tanto in rapporto alla evoluzione della malattia stessa, quanto anche alla biologia generale dei vegetali.

Per intendere meglio questi nuovi fatti credo opportuno riassumere in breve quel tanto che io pubblicai innanzi la fine del 1879.

Il Dott. Puccinelli di Lucca fino dal 1859 nel giornale lucchese l'*Agricoltura*, faceva rilevare i gravi danni arrecati ai castagneti del suo paese da una malattia, di cui dava qualche cenno descrittivo.

Il Dott. Selva di Graglia fino dal 1868 con una serie di articoli inseriti nel *Movimento Biellese,* raccolti poi in un volumetto a parte (1), eccitava l'attenzione de' suoi compaesani e poi del Ministero d'Agricoltura sopra una grave malattia che, comparsa secondo lui nel 1842 nel territorio di Graglia, annualmente uccideva e uccide tuttora a migliaia le piante di castagno; sicchè continuando inesorabilmente fra non molti anni li avrà interamente distrutti in quel circondario.

(1) Dott. F. Selva — Memorie per servire allo studio della malattia dei Castagni. Biella 1872.

Distribuzione Geografica della malattia — Quando io assunsi l' impegno di studiare la malattia del castagno nel 1875 la trovai nota e diffusa, come s' è detto disopra, nel territorio di Lucca, a Buti nelle montagne del Pisano, e nel circondario di Graglia presso Biella. Le mie ricerche ulteriori me la fecero discovrire nei monti del Genovesato presso Pontedecimo, Voltri e Savona, nei contorni di Intra sul Lago Maggiore, nei monti presso Vorno e presso Ponte a Moriano intorno a Lucca.

Nel 1878 fu fatta avvertire dal Prof. Planchon di Montpellier nelle *Cevennes* in Francia (1). Cenni un po' più dettagliati ne diede in seguito il Prof. J. de Seynes (2), che la studiò più addentro sui materiali raccolti egualmente nelle *Cevennes*.

Che la malattia sia gravissima basti a dimostrarlo il fatto, che taluni monti e colli già interamente vestiti di castagneti ora ne sono interamente spogli, come a Buti nel Pisano, a Vorno nel Lucchese, a Voltri nel Genovesato. Dove invade uccide alberi di tutte le età, dai virgulti di qualche anno appena agli alberi più volte secolari. In una data regione attacca e diserta di preferenza i castagneti esposti a mezzodì. Per ora predomina nei poggi tra i 200 e i 500 metri d'altezza. Però nel circondario di Graglia tocca già l' altitudine di 700^{m}.

Non può dirsi in nessun modo che prediliga terreni di natura mineralogica speciale, trovandosi diffusa in suolo formato da detriti granitico-porfirici (Graglia) o di schisti talcosi (Genovesato) o di conglomerati diversi (Lucchese e Pisano). E neppure può dirsi che vi abbia diretta influenza la maggiore o minore umidità del suolo: il Bieliese è ricchissimo di acque, i monti del Pisano e Lucchese sono invece aridissimi.

Sintomatologia e caratteri istologici della malattia — Nella buona stagione, quando la chioma degli alberi è ben fornita, anche un occhio non prevenuto è dolorosamente sorpreso dalla vista di frequenti aree di terreno di ampiezza di parecchie migliaja di metri quadrati di superficie sparse di alberi morti, colle foglie ingiallite e languenti, che spiccano tristamente in mezzo alla più gaia verdura.

È certo che la moría si propaga irradiando da varii centri, cioè da alberi morti che dapprima si incontrano isolati, intorno ai quali altri cominciano a farsi languenti, mettendo scarse foglie, sottili e giallastre, lasciando inariditi i ramuscoli terminali dell' anno precedente, per poi alla fine morire l' anno dopo. Così pure dei polloni radicali di ceppaia i più giovani non rinverdiscono; e quelli che ancora si rivestono di fogliame, come anche gli alberetti giovani a corteccia ancor liscia presentano delle fasce salienti dal piede di color più fosco, da pochi centimetri fino a quasi un metro d' altezza, che da una base larga vanno assottigliandosi in alto, terminando con una curva parabolica. Se si scuoia questa superficie fosca,

(1) Planchon — Comptes rendus 1878, N.° 17, 22 Ottobre, p. 584.

(2) J. de Seynes — Sur la maladie des Châtaigniers. Comptes rendus, 6 Janvier 1879.

Idem — Le parasite de la maladie du Châtaignier. *Association française pour l' avancement des Sciences. Congrés de Montpellier*. Séance du 8 Septembre 1879.

penetrando col coltello entro il libro, si vede quest' ultimo riarso, di color bruniccio sporco, che spicca sulla porzione ancor fresca, di color bianco-roseo, nei tessuti della quale è ancora evidente il lavoro osmotico dei succhi nutritizii, mentre è cessato del tutto o quasi nei tessuti della porzione anzidetta. La fioritura si fa scarsa: e i fiori per lo più o non legano, o dopo qualche tempo, nell' Agosto p. es., cessano dall' ingrossare e restano abortiti sui rami, che alla fine di Settembre, un buon mese prima che negli alberi sani, lasciano cadere il fogliame.

Ordinariamente una pianta in tre anni passa dallo stato di languore alla morte, che per lo più accade tra l' agosto e l' ottobre. Non sono però infrequenti i casi di alberi in apparenza ancor rigogliosa a mezzo luglio, che in poco più di una settimana inaridiscono delle foglie, cui conservano secche insieme ai frutti incipienti sull' intelajatura dei rami. Si direbbero colpiti da apoplessia o da fulminazione.

Il legno del tronco degli alberi morti o anche soltanto languenti è meno denso, pesa un terzo meno del sano, e acquista in un mese il carattere di *legno stagionato* (1), mentre il legno sano non diventa tale in meno di quattro mesi.

La parte della pianta che si appalesa senza confronto più alterata è la radice. Costantemente si scorge che il colletto e i rami grossi hanno acquistato un color nero intenso d' inchiostro, il quale talora invade anche le ramificazioni più piccole; talora ne lascia ancora sane parecchie di mezzana grandezza, dalla grossezza di un dito fino alle estremità più sottili; talora le invade qua e là lasciando dei tratti ancora sani e sequestrati tra altri già anneriti. La colorazione appare più intensa nei terreni umidicci; mentre in quelli riarsi va degradando verso le radici minori in un colore bianco-sporco-vinoso. Dessa compenetra tutto lo spessore della corteccia investendo più o meno anche il legno senza però invaderlo del tutto. Si innalza alquanto dal colletto su per il tronco, lasciandovi quelle macchie o fasce nerastre anzidette, sotto le quali i tessuti della corteccia, e un poco anche quelli dell' alburno sono molto più abbruniti che negli alberi sani.

Anche la terra, che riveste le radici annerite, è imbevuta più o meno della stessa colorazione, la quale è come il carattere patognomonico e il più evidente. Il Planchon ne fu colpito e propose senz' altro di denominare da esso la malattia, chiamandola *Malattia dell' inchiostro* (2).

I rami delle radici così anneriti si lasciano scuojare con tutta facilità, come si spoglierebbe un dito da un guanto; sicchè se si vogliono svellere dal terreno le piccole diramazioni, ne resta tra le mani il legno denudato dalla scorza. Oltre a ciò tutto il sistema corticale è facilmente sfaldabile; si sfibra con tutta agevolezza; e nei terreni umidi, o in stagione piovosa si fa fradicio, esalando un odore di acido tannico, nauseoso. Nelle radici sane invece gli elementi del libro sono assai coadesi fra di loro, di color bianco-roseo, e fanno aderenza tenacissima al legno

(1) Selva — Memoria per servire allo studio ecc. p. 65.
(2) Planchon — Comptes rendus 1878. N. 17, 22 ottobre p. 584.

sottostante, sicchè è impossibile denudare nettamente quest' ultimo per semplice strappo o anche con un coltello.

La colorazione nera della corteccia delle radici ammalate imbeve tutti i tessuti della corteccia; anzi arriva a qualche millimetro entro lo spessore del legno, dove degrada di intensità trasformandosi in un color vinoso sporco, diffuso, a chiazze irregolari.

Se prendiamo un ramo radicale molto avariato dalla malattia e ne leviamo delle falde di corteccia dal legno sottostante, rileveremo che tanto la superficie denudata del legno, quanto, e molto più, l' interna corrispondente della corteccia, non è levigata come in istato sano, ma tutta scabra di granulazioni per lo più finissime e rilevabili soltanto con una lente; ma qualche volta invece grossolane tanto da essere sensibili al tatto e visibili ad occhio nudo. (Tav. III. fig. 3) Talora raggiungono quasi il volume della capocchia di un piccolo spillo, tali da potersi interamente snucleare dal tessuto. Queste granulazioni compenetrano gli elementi cellulari del libro, il felloderma, e lo sughero. (Tav. III fig. 2. Tav. II). Qualche volta, sebben di rado, si depositano entro le cellule del parenchima legnoso, e perfino nei grossi vasi, impigliati nelle falde dei tulli, che in grande abbondanza si ingenerano nel loro cavo e ne otturano il lume.

Osservate al microscopio sopra sezioni in vario senso, si scorgono formate da masse lobate, a lobi semiglobosi, di volume svariatissimo, talora puntiformi, talora riempienti il lume di quattro fino a dieci cellule contigue fra loro. La struttura è manifestamente di aghi finissimi raggianti da un centro, sicchè rammentano un poco gli sfero-cristalli d' inulina. (Tav. III. fig. 2. Tav. II). Osservati coll' apparecchio di polarizzazione danno la *croce nera,* carattere indubbio di struttura molecolare cristallina (1).

Ordinariamente cominciano a presentarsi sotto forma di una piccola semisfera, addossata colla superficie piana sopra una parete della cellula; ovvero colla forma di un segmento di sfera appoggiato colle due facce dell' angolo diedro sopra due facce d' incontro della cellula in cui si ingenera. Nelle cellule contigue ad una, dove si è depositato il primo segmento di sfera, e precisamente sulla faccia della stessa parete opposta a quella dove s' appoggia la superfice piana del primo segmento di sfera, se ne depone un altro. E così a poco a poco due, quattro, molte cellule si riempiono della sostanza biancastra di questi corpuscoli, costituenti dei noduli a superficie lobulata, mammilliforme, di grandezza assai varia.

La solubilità di questi corpuscoli negli alcali, la colorazione gialla della loro soluzione nel liscivio potassico, la loro reazione verde nera col cloruro di ferro, rosso-bruna col nitrato d' argento, li caratterizzano evidentemente costituiti di *tannino libero, solido,* a struttura radiata cristallina (2).

(1) Nell' opuscolo da me pubblicato su questo stesso argomento (Modena 1879 p. 10) io asseriva che la loro compage non lasciava scorgere traccia di cristallizzazione. Rettifico quindi quella mia asserzione, in base agli studi fatti dopo il 1879.

(2) Tali li riconobbe e determinò il Dott. Maissen — Per ulteriori dettagli veggasi il medesimo opuscolo: La *Malattia del Castagno,* Modena 1879, p. 10, 11.

Recentemente il Sig. Dott. *Stroppa*, incaricato delle lezioni di Chimica farmaceutica di questa Università di Bologna, ripetendo sotto i miei occhi le reazioni microchimiche di questi corpuscoli, ha potuto dimostrare con evidenza essere essi costituiti da *Acido Ellagico cristallizzato*. Infatti, oltre alla scarsissima loro solubilità nell' acqua, alla solubilità in un liquido giallo nel liscivio potassico, i corpuscoli essicati a calor blando, indi trattati in posto nelle sezioni microscopiche coll' acido nitrico concentrato si colorano in un bel rosso granato, man mano che l' acido li va disciogliendo, mentre il resto del tessuto, che pure è impregnato di acido pirogallico, si colora in giallo. Il fatto della presenza dell' acido Ellagico in tanta abbondanza nei vegetali sarebbe perfettamente nuovo. Forse è dovuto alla fermentazione dell' eccesso di materiali tannici che si accumulano nelle radici delle piante languenti e morte (1).

Nessuno prima di me scorse e descrisse queste granulazioni di una nuova forma di tannino, nè altri fin' ora accennò d' averle trovate altrove in modo da riscontrarle con quelle del castagno ammalato.

Oltre a queste granulazioni di sfero-cristalli nelle cellule dei tessuti della corteccia ed anche del legno della radice delle piante ammalate, si trova abbondanza di tannino amorfo sotto forma di veli o di falde incrostanti le pareti, e talora anche interposte tra uno strato cellulare e l' altro.

Queste incrostazioni trattate col cloruro di ferro diventano nere, col clorato di potassa brune. Con questi reagenti per altro si ottiene precipitato in abbondanza sulle pareti cellulari il tannino disciolto nei liquidi cellulari del parenchima legnoso e libroso dei castagni sani (2).

Nelle cellule del parenchima corticale interlibroso si trovano inoltre, non sempre ma con qualche frequenza, dei corpi globosi, ora piccoli e parecchi, ora grossi, uno, due, tre per cellula, di color rosso-cupo-bruno, non a struttura raggiata, e

(1) L' acido Ellagico scoperto da Chevreul nelle galle di quercia, poi riconosciuto da Braconnot, da Grischow, da Merklein e da Wöhler, si trova nei bezoarii, nel castoreo, e in piccola quantità nella radice di Tormentilla, ma forse non isolato secondo Rembold, il quale lo ha ottenuto artificialmente facendo bollire coll' acido solforico allungato l' acido Granato-tannico; questo si scompone in acido Ellagico e zucchero. L' acido Ellagico è costituito da una polvere cristallina giallo pallida; insipida; pochissimo solubile nell' acqua anche bollente, nell' alcool, insolubile nell' etere. Col cloruro di ferro si colora in verde poi in nero. Coll' acido solforico concentrato dà una soluzione gialla; coll' aggiunta dell' acqua si precipita inalterato. Coll' acido nitrico concentrato, diventa rosso, ecc. (HUSEMANN U. HILGER - Die Pflanzenstoffe — Berlin 1882 p. 461-62.)

(2) Secondo il De Luca nel legno del castagno si contiene circa il 6 %, nella corteccia il 4 % di tannino. La qual sostanza si trova in tutte le parti della pianta ad eccezione della mandorla del seme. Diminuisce assai la proporzione nel corpo legnoso delle piante vecchie, è minima nelle piante molto giovani. Decresce durante la fruttificazione tanto nel legno che nella corteccia, e pare vi subisca una trasformazione. Nei frutti immaturi il tannino abbonda, ma in progresso di maturanza vien man mano sostituito da materia zuccherina (V. S. DE LUCA: Rendiconti della R. Accademia di Napoli - XVIII, 1879 Novembre p. 250). Nell' estratto del legno di castagno preparato in Ungheria, Carinzia, Tirolo meridionale; si contiene il 52 % di tannino secondo W. EITNER. (V. F. R. V. HÖHNEL: Die Gerberinden — Berlin 1880 - p. 17).

che rassomigliano perfettamente a quelli trovati nei tessuti legnosi delle viti attaccate dal *Mal nero*, descritti dal Dott. Cugini e dal Prof. Pirotta (1).

D' ordinario nei tessuti delle radici ammalate l' amido diventa sempre più scarso, come risulta dai confronti coi tessuti sani. Ma anche quando se ne trovano dei granelli, essi mancano quasi sempre nelle cellule dove comincia il deposito dei corpuscoli tannici.

Quelli poi che si scorgono nelle cellule circostanti a quelle contenenti granulazioni sfero-cristalline, trattati col cloro-ioduro di zinco talvolta conservano la reazione normale di color bleu intenso, talvolta invece diventano di color paonazzo chiaro. In quest' ultimo caso spesso la loro forma non si riconosce più; perchè tutt' insieme costituiscono delle masse amorfe più o meno grosse, che possono anche riempire tutto il cavo cellulare.

Qualche volta invece sulle pareti delle cellule contenenti i corpuscoli sfero-cristallini e circostanti ad essi si scorgono molte areole circolari ora più trasparenti, ora più opache della parete stessa; le quali non danno più le reazioni dell' amido coll' acqua-iodata, e neppure quella del tannino col cloruro di ferro; ma dalla forma e dalla loro disposizione si direbbero essere trasformazioni dei granelli amilacei. Ciò sarebbe consentaneo alle opinioni attuali sulla genesi e sulla funzione del tannino (2).

Sta sempre in ogni caso il fatto che nei castagni sani il tannino è liquido, che può diventar solido sotto varie forme, anche nelle piante sane, nei tessuti inariditi non più funzionanti (vecchi vasi, raggi midollari, parenchima corticale del ritidoma); e che nei castagni ammalati, oltre a queste forme, assume quella di granulazioni d' acido Ellagico a struttura raggiata sfero-cristallina, depositate principalmente nei

(1) Cugini — Ricerche sul *Mal nero* della vite p. 17, tav. I, fig. 2, 3.

Pirotta — Primi studi sul *Mal nero* o *Mal dello spacco*, nel Giornale « Le viti Americane » Anno I. Alba 1882.

Secondo Naegeli (*Naegeli u. Schwendener* - Mikroscop. 1877, p. 491 - *Pfeffer*: Physiolog. Untersuch 1873, p. 12) le soluzioni tanniche assumono nella corteccia di Quercia, Pioppo, Betula la forma di masse oleose contornate da una membrana plasmatica, che le separa dagli altri materiali contenuti nella cellula. Sotto questa forma il tannino si mantiene chiuso nelle cellule, nella stessa guisa dei granuli d' amido, dove si è generato, e non ne trasmigra se non in seguito a trasformazioni. Coll' aggiunta dell' acqua le masse oleose si scompongono in sferule e granellini, riducendosi in un conglomerato opaco, che vi si discioglie sotto l' azione molto prolungata dell'acqua (V. anche V. Ebermayer: Physiolog. Chemie der Pflanzen, p. 403) Morta la cellula il tannino si accumula sulla parete, e anche entro i residui del plasma. Entro questi organi elementari l' acido tannico sotto l' influenza dell' ossigeno può subire ulteriori cambiamenti, che fanno passaggio alla formazione dei prodotti resinosi (Pfeffer. l. c.).

(2) Secondo Th. Hartig i granuli di tannino diventano bleu colle soluzioni di iodio; sono solubilissimi nell' acqua, non riconoscibili allo stato solido se non con preparazioni accurate, d' origine e di struttura affatto analoghe a quella dell' amido (Th. Hartig. Botan. Ztng. 1865 N. 7.) Nella corteccia di Quercia il tannino si deposita durante l' inverno sotto la forma di granuli, che anneriscono coi sali di ferro, ma danno la reazione bleu dei granuli d' amido col iodio. (Th. Hartig, Gerbstoff. der Eiche). Naegeli perciò sostiene che sono veri granuli d' amido un po' imbevuti di tannino (V. Ebermayer: Physiolog. Chemie d. Pflanzen. p. 403 e seg.).

tessuti corticali della radice. Siccome non le incontriamo che nelle piante ammalate, possiamo concludere essere desse un prodotto patologico caratteristico della malattia dell' inchiostro (1).

Gli elementi tutti del legno sono assai meno alterati di quelli della corteccia. Però i più superficiali si trovano più o meno compenetrati di corpuscoli tannici raggiati, de' quali si incontrano tracce anche nei vasi. Questi poi, i più grossi, sono invasi da uno sviluppo straordinario di *tulli*, che talvolta ne otturano il lume;

(1) Secondo gli studî di Wigand il tannino si formerebbe costantemente nei germogli, negli assi in via di svolgimento, e raggiungerebbe il suo *maximum* durante il periodo del loro maggior accrescimento; in seguito andrebbe decrescendo, o verrebbe sostituito man mano dall' amido, la cui produzione massima si effettuerebbe negli stadî in cui quella del tannino è minima (Wigand, Botan. Ztng 1862, N. 16). Sanio ritiene che il tannino si formi soltanto nelle cellule parenchimatose, in attività funzionale; manchi invece in quelle inerti, nelle suberificate, che contengono cristalli di ossalato di calce (Sanio, Botan. Ztng. 1863. N. 3) — Th. Hartig considera il tannino, l' amido, la clorofilla, il glutine, come corpi affini, che si trovano spesso entro le stesse cellule, e fra i quali hanno luogo graduate trasformazioni e passaggi: il tannino entra con essi nella serie dei corpi organizzati contenuti nelle cellule. Come materiale di riserva il tannino si discioglie di primavera nel succhio e si deposita d' estate e d' autunno nei tessuti dei giovani messiticci (Th. Hartig; Bot. Ztng. 1865 N. 7. Anat. u. Phys. d. Holzpflanzen, p. 119-123). Sachs (Sitzungsberichte d. Wiener Akademie 1859) aveva già dimostrato che nella germinazione di alcuni semi privi affatto di tannino se ne andava generando più o meno a spese dell' amido e degli olii grassi, man mano che si formavano i tessuti. E così pare che di primavera al destarsi della vegetazione (nella *Quercia*, nell'*Acer Platanoides*, *Salix alba*, *Betula alba*) l' amido si trasformi in tannino, giacchè coll' accrescere di questo quello diminuisce (V. anche E. Ebermayer l. c.). Anche Schell (*Physiolog. Rolle d. Gerbsaure* Kazan 1874: Botan. Jahresbericht, III. Jahrgang 1877, p. 862) trova egualmente che i semi oleosi del *Cynoglossum officinale*, *Anchusa officinalis*, *Echium vulgare* nella germinazione ingenerano tannino in abbondanza, che poi a poco sparisce lasciandone appena tracce. Ma inversamente alle anzidette osservazioni Sachs trova nell' inverno e nei rami giovani del *Pinus sylvestris*, *Larix europaea*, *Ribes Grossularia* molto tannino, che poi diminuisce di molto. Il tannino verrebbe utilizzato specialmente in difetto de' materiali azotati. Sachsse inclina a credere che il tannino sia uno stadio intermedio di transizione dall' amido in cellulosi; poichè questa formazione tannica intermediaria è accompagnata da sviluppo di acido carbonico. Wiesner ritiene il tannino come membro intermediario tra gli idrati di carbonio (*amido*, *celluloso*) e le resine; poichè osservò che i tessuti resiniferi generano molto tannino prima della loro completa resinificazione. Tale è anche press' apoco l' opinione di Schell (l. c,) — Il Sig. Briosi (*Sul lavoro della Clorofilla nelle viti.* Nuovo Giornale botanico ital. IX. 1877) ha trovato granuli di tannino in abbondanza nelle foglie della vite tanto nelle cellule epidermoidali, quanto in quelle del mesofillo insieme alla clorofilla; e così pure ne rinvenne copia negli elementi del libro tenero della vite, principalmente nei vasi cribrosi insieme all' amido. Probabilmente nella genesi delle materie coloranti dei fiori massime bleu e rossa, e della materia rossa autunnale delle foglie hanno compartecipazione diverse forme di tannino. Egualmente pare accertato che le materie brune coloranti (*Phlobaphene*) delle corteccie e dei sugheri degli alberi siano un prodotto di ossidazione delle materie tanniche (E. Ebermayer l. c.) Il Sig. Petzold (Ueber die Vertheilung des Gerbstoff. ecc. Inaugural dissertation. Halle 1878) dalle sue ricerche dedurrebbe che il tannino, come i cristalli, una volta formato non venga più oltre utilizzato e debba quindi considerarsi come una sostanza di dejezione; ovvero, se venga utilizzato, le sue cellule si possono ritenere come rigeneratrici di tannino. Come si può rilevare dalla citazione dei più reputati autori intorno a questo argomento, l' azione fisiologica del tannino nella vegetazione delle piante è piuttosto intraveduta, di quel che sufficientemente definita.

fatto del resto che si riscontra spessissimo negli elementi vascolari del legno morto o moriente.

Fra i caratteri più importanti di questa malattia va notato il parassitismo fungino sulle radici delle piante vive, languenti e morte, sotto forme diverse di micelii bianchi in falde, rizomorfe ampiamente diffuse, ora bruni, neri, talvolta impercettibili ad occhio nudo ma penetranti più o meno profondamente nei tessuti corticali e legnosi, accompagnati da forme microscopiche di fruttificazione. Ma intorno a questo argomento dirò diffusamente più innanzi.

Ricerca delle cause della malattia — In presenza a questo insieme di caratteri, che costantemente si scorgono nelle piante ammalate e morte, e definiscono nettamente la malattia, mio primo compito naturalmente era quello della ricerca delle cause.

Gli agenti causali presupponibili non potevano, secondo me, rintracciarsi che in queste tre categorie di azioni morbose:

Deficienza di materiali alibili del terreno dei castagneti.

Parassiti animali.

Parassiti vegetali.

Ricerche chimiche sulla composizione delle ceneri dei castagni e dei terreni castanecoli — La ricerca se realmente nei terreni impoveriti di sostanze minerali necessarii alla buona vegetazione del castagno fosse la causa vera della malattia, ci condusse assai per le lunghe. In sulle prime certi fatti salienti ci avevano imposto assai, sicchè pareva assai probabile che il difetto stesse nel terreno improprio all'alimentazione. Infatti, anche non tenendo conto dell' eccesso di tannino appalesato dalla presenza delle granulazioni, se si abbrucia la corteccia delle radici ammalate se ne ha una cenere *rosso-mattone*, mentre quella della corteccia delle radici sane è perfettamente candida.

Nei miei opuscoli sopra questa malattia, e con maggior ampiezza nell' ultimo (La Malattia del castagno, 1879) a pag. 15 e 16, si possono vedere le tabelle delle medie di 22 analisi chimiche istituite dal Sig. P. Maissen nel laboratorio della Stazione agraria di Modena. Ne riassumo qui le principali conseguenze:

1.° La quantità di ossido di ferro contenuta nelle ceneri delle radici ammalate è di circa il triplo di quella contenuta nelle ceneri delle radici sane; d' onde il color rosso mattone delle prime, candido delle seconde.

2.° La quantità di potassa contenuta nelle ceneri delle radici ammalate è ridotta circa *alla quarta parte* di quella contenuta nelle radici sane.

3.° La quantità di anidride fosforica contenuta nelle ceneri delle radici ammalate è ridotta *alla quinta parte* di quella contenuta nelle radici sane.

La conclusione desumibile da queste analisi pareva patente: eccesso d' ossido di ferro, diminuzione grandissima dei più importanti elementi minerali di nutri-

zione, erano criterî abbastanza imponenti, per farci supporre con molto fondamento, che la malattia fosse dovuta al difetto di potassa e di fosforo nei terreni castanecoli.

Ma a conferma della nostra supposizione occorrevano due controprove:

1.° L' analisi chimica dei terreni castanecoli.

2.° Le ricerche sperimentali mediante coltivazione in terreni debitamente preparati.

A pag. 21 dell' ultimo mio citato opuscolo si trova lo specchio delle analisi di 14 terre castanecole prese in diverse regioni d' Italia, tanto invase come immuni da malattia.

Se noi ci fossimo accontentati di una sola analisi e per azzardo di quella della terra presa nel territorio di Buti della montagna Pisana, avremmo trovato che precisamente quel terreno, già ricco di castagneti folti e assai fruttiferi, ora affatto dispogliato, contiene la minima quantità di potassa e di acido fosforico. Ma le 14 analisi di terre diverse ci fornirono ben altri dati, confermanti in nessun modo quelli che si potevano presupporre in coordinazione all' analisi delle ceneri. Vedemmo cioè, che diverse regioni coperte da folte selve di castagni sanissimi immuni da malattia, come quelle di Aquila, di Porretta, di Treviso, constano di terreni molto più poveri di potassa e di anidride fosforica che quelli delle regioni del Biellese e del Genovesato, infestate dalla malattia.

D' altra parte è noto che le piante sanno sottrarre quantità enormi, relativamente, di un elemento minerale da terreni, nei quali questo elemento stesso si trova in minima quantità; sanno dissociarlo dalle combinazioni in cui si trova e assimilarlo anche quando quasi non si riesce a dimostrarlo in un laboratorio di chimica. E di più si sa ormai che l' analisi centesimale di un terreno non vale a darci un criterio sicuro della fertilità sua o meno (1); ma è necessario poter determinare il valore di tutti gli elementi *fertilizzatori* (materie umiche, materie azotate, condizioni fisiche del suolo), che concorrono a rendere solubili e quindi assimilabili molto facilmente quegli elementi minerali, anche quando sono apparentemente scarsi, in confronto con altri terreni dove questi sovrabbondano, ma dove difettano invece gli elementi fertilizzatori (2). Ora a noi era impossibile il definire in un laboratorio tutti questi elementi e il confrontarli fra loro utilmente, in modo da

(1) Di due terre, una molto silicea ed umifera della Podolia, l' altra di Serres (Nancy) analizzate da Grandeau (Ann. de la Station agronomique de l'Est. Paris 1878), all'analisi la prima diede una quantità di potassa e di acido fosforico molto minore della seconda; ma la prima era assai più fertile della seconda (SESTINI — Della fertilità della terra. Laboratorio di Chimica Agraria di Pisa. Fasc. 2°).

(2) Secondo il Sig. Grandeau (l. c.) là dove havvi materia organica senza materia minerale, comparisce la sterilità secondo la teoria di Liebig; là dove le sostanze minerali abbondano, ma non incontrasi la copia di materia organica necessaria per renderle assimilabili, la rendita è tanto minore, quanto più è scarsa la quantità di quest' ultima, conformemente alle idee antiche di Thaër (SESTINI, l. c.)

chiostro causata direttamente dal difetto di fosforo e di potassa nei terreni castanecoli.

Ricerche sul parassitismo animale — Esclusa sperimentalmente questa causa di malattia, ci rimaneva a cercarla nelle altre due categorie di azioni morbose, cioè nel parassitismo degli animali, e in quello di altri vegetali.

Non ci fu difficile l' escludere il parassitismo degli insetti come causa della moría dei castagni (1). Molti sono gli insetti che inzeccano le ova nei tessuti del tronco del castagno e ne rodono il legno e la corteccia allo stato di larva. Ma sopra 51 alberi morti da me scuoiati all' altezza di un metro dal suolo, 26 non avevano traccia di roditori; 17 presentavano principii di gallerie, ma certamente senza possibile influenza letale; 8 soltanto avrebbero potuto credersi uccisi dal lavoro minatore delle larve. Io poi ho potuto convincermi, che quest' ultime si sviluppano soltanto nei tronchi già inariditi; mentre invece non si trovano mai in quelli che conservano ancora un po' di succhio nella zona cambiale, perchè ancor vivi sebbene languenti, moribondi, o morti da pochi giorni. E d' altra parte un' infinità di giovani pianticelle da uno a 10 anni, uccise evidentemente dalla malattia, non presentavano nè potevano avere il più piccolo accenno di larva roditrice.

Escluso il parassitismo animale come causa morbifica, tutti i miei studi furono diretti a rintracciarla nel parassitismo vegetale, specialmente, per non dire esclusivamente, per opera dei funghi, che ormai per nove decimi si considerano come i fattori delle malattie e della morte degli alberi.

Ricerche sul parassitismo vegetale — Fra i caratteri esteriori delle piante uccise dalla *Malattia dell' inchiostro* va notata la presenza, non del tutto infrequente, di micelii fungini, che invadono qua e là più o meno diffusamente la superficie delle radici annerite, e qualche volta compenetrano la corteccia insinuandosi nella zona cambiale. Ma devesi però avvertire che l' abbondanza loro ben di rado è tale da potersi riguardare come causa di morte. Ben poche volte infatti mi occorse di riscontrare delle rizomorfe sub-corticali abbraccianti tutto il contorno del colletto sotto la scorza, e così, come in tanti altri casi ben descritti dagli Autori, farsi carnefici della pianta (2). In genere la invasione dei micelii è tanto maggiore quanto più si prendono ad esaminare piante morte da qualche tempo, in località irrigue ed in stazioni piovose. Posso assicurare che in più di una metà delle piante da me osservate (e ormai arrivano a più di 500), e delle quali tenni nota, non si scorsero tracce di micelii, o appena in minima quantità, tale da non permettere assolutamente anche il solo sospetto di colpabilità contro la vita della pianta.

(1) Per maggiori dettagli V. il mio opuscolo: La Malattia del castagno. Modena, 1879 p. 7.

(2) Vedi principalmente HARTIG: Wichtige Krankheiten d. Waldbäume. Berlin 1874, e tutti i trattatisti di patologia vegetale.

Ognuno se ne può persuadere ponendo attenzione speciale alle piante giovani e non ancora morte; le quali presentano l' annerimento e il fradiciume delle radici e neppur l' ombra di rizomorfe miceliali; come verificai più volte nei monti del Lucchese e del Pisano, dove i castagni novelli, ripiantati come tentativi di ristaurazione dei castagneti devastati, poi morti, sono frequentissimi.

E perciò, malgrado l' autorità dell' illustre Prof. Planchon, non mi posso acconciare al di lui giudizio, essere la malattia causata dalla rizomorfa di un Agaricus (1), probabilmente dell' *Agaricus melleus*; perchè, visto una volta il modo d' azione micidiale di queste rizomorfe (e io ho visto qualche migliaio di gelsi uccisi dall' *Agaricus melleus* (2), e altrettanti ne ha veduto il Dott. Piccone), si può dal confronto asserire con sicurezza, che desse non si possono assolutamente incolpare della malattia e della morte dei castagneti (3).

Escluso ormai anche il parassitismo degli Imenomiceti, non mi restava altro che indagare quello dei micromiceti.

Già prima del 1879 il Sig. De Seynes studiava, a mia insaputa, la malattia del castagno comparsa nelle Cevennes; e pubblicava, quasi contemporaneamente al mio opuscolo più volte citato, una nota sullo stesso argomento (4). In essa l' A. riconosce che la malattia sta nelle radici. Esclude tuttavia la presenza del micelio bianco, riferito da *Planchon* a una *Rhizoctonia*, come causa essenziale della malattia. Accenna alle radici bitorzolute e varicose, annerite da sostanza bruna, che ne compenetra gli elementi; a un micelio fitto, reticolato, che risale verso i tessuti sani e penetra nel parenchima corticale, e avverte che le estremità radicolari acquistano la forma di un' oliva portata da un peduncoletto. Distingue due sorta di micelii, l' uno bruno nero a pareti grosse e ad articoli lunghi, l' altro più pallido ad articoli più brevi: quest' ultimo penetra di preferenza nei tessuti, distrugge gli strati ricchi di protoplasma, lasciando intatte le fibre del libro e del

(1) PLANCHON — La maladie des Châtaigniers. Compt. rend. 1879. N. 17, p. 583.

(2) Vedi G. GIBELLI: Appunti di Patologia vegetale. Osservazioni sopra la malattia dei gelsi detta il *male del Falchetto*, Bollettino del Comizio Agrario di Modena, 1878. — A. PICCONE: Sulla malattia del Falchetto nei gelsi. Nuovo Giornale botanico italiano, IX. Aprile 1879.

(3) Il Prof. Planchon in un articolo inserito da ultimo nel Bulletin de la Societé botanique de France (Compt. rend. des séances 13 Janvier 1882 p. 17) crede di poter risolvere pienamente la quistione secondo il suo modo di vederla, mettendo sotto gli occhi de' colleghi due esemplari di *Agaricus melleus* trovati sopra tronchi e radici di castagni. Malgrado quest' ultima prova, non mi posso convincere ancora della colpabilità di questo fungo nella *Malattia dell' inchiostro*. Io e il Dott. Selva possiamo senza esagerazione asserire di aver visto *qualche migliajo* di castagni ammalati e morti, *ma neppure un solo stipite di* Agaricus melleus *sopra di essi*!! D' altronde niente osta che questo parassita edace di tante specie di alberi (V. le mie osservazioni sopra la malattia dei gelsi detta *male del Falchetto*, l. c.) s' attacchi anche al castagno e lo uccida. Ma un fiore non fa primavera: e il voler risalire da alcuni casi sporadici alla sanzione del parassitismo dell' *Agaricus melleus* come causa generale esclusiva della *malattia dell' inchiostro*, mi pare ancora una illazione azzardata e precoce: e ciò sia detto senza minimamente detrarre al rispetto che io professo alla dottrina del Prof. Planchon. È una quistione di fatti convincenti o meno.

(4) DE SEYNES — Sur la maladie des Châtaigniers. Compt. rend. Janvier 1879.

legno; l'altro si mantiene invece superficiale. I loro fili si radunano formando delle rizomorfe. Aggiunge aver riconosciuto in continuità con questi micelii dei corpicciuoli di una struttura molto analoga a quella de' picnidii o de' peritecii in formazione.

Queste notizie pubblicate dal Sig. Dott. De-Seynes non potevano essere a me note quando io redigeva l' ultimo mio scritto sull' argomento. E però mi compiacqui che amendue, senza sapere l' uno dell' altro, ci fossimo incontrati in massima nell' osservare le stesse cose. A Lui però non fu dato rilevare le spore mature entro i picnidii, come a me era riuscito.

In seguito nel settembre 1879 il Sig. De-Seynes ebbe comunicazione del mio lavoro, cui egli riassunse molto benevolmente nel Congresso di Montpellier (1).

In quella nota ribatte l' opinione del Prof. Planchon che le rizomorfe dell' *Agaricus melleus* siano la causa vera della malattia, per le stesse ragioni da me addotte più sopra. Conferma la presenza dei micelii, accennata nella prima nota, ravvolgenti e compenetranti le radicole, riconosce lo sviluppo eccessivo dei *tulli* nei vasi legnosi. Aggiunge aver riscontrato sopra i micelii radicali la formazione di una *Torula*, che Egli chiama *exitiosa*; ma non aver mai potuto imbattersi nei periteci della *Sphæropsis*, da me ritrovati: i quali Egli mi fa dire, non so perchè, *nichés dans un mycelium blanc*, ciò che veramente non scrissi (l. c. p. 13, 14, 44). Per il che Egli si domanda in fine della sua nota, se vi possa essere continuità tra il micelio bruno radicellare e le falde di micelio bianco descritto da *Planchon*, che io pure vidi spesse volte sui frammenti di radici morte da molto tempo, e in preda alla gangrena umida. Al che posso rispondere non parermi possibile continuità tra le due essenze fungine, per la semplice ragione, che il micelio delle spugnole è costante, e si trova come vedremo anche sulle piante sanissime; mentre le falde miceliali bianche sono accidentali, saprofite, nè giammai si trovano sopra piante sane.

In seguito io mi tenni in relazione epistolare col Sig. De-Seynes; ci scambiammo i nostri materiali, proponendoci di comunicarci i nostri studî. Sgraziatamente gravi sciagure domestiche impedirono a Lui la continuazione delle ricerche. Ciò non toglie che qui prenda occasione di ringraziarlo per la gentile cortesia usatami sempre ne' suoi rapporti con me.

Questo è tutto il bagaglio bibliografico a me noto intorno alla *Malattia dell' inchiostro* dal 1879 in poi.

Indipendentemente dagli studî del Sig. De-Seynes, che mi furono comunicati nell' ottobre 1879, continuai le mie ricerche intorno al parassitismo fungino sulle radici dei castagni, ripetendole non sopra alcuni individui, ma sopra un centinaio almeno, raccolti in tutte le località infette dalla malattia (Graglia, Intra, Ponte-

(1) De-Seynes — Le parasite de la Maladíe du châtaignier — Association française pour l' avancement des sciences — Congres de Montpellier 1879, Séance du 8 Septembre.

decimo, Voltri, Buti, Vorno, Ponte a Moriano); non che sopra un altro centinaio di piante raccolte in località molto diverse, assolutamente esenti da malattia (Varese, Venegonno, Val-Cuvia, Graglia alta, Cuneo, Ceva, Mondovì, Appennino di Savona, Valle di Polcevera, Appennino di Chiavari, Parmigiano, Modenese, Pistojese, contorno di Napoli).

Micelî sopra le radici ammalate e morte — Comincerò ad esporre le condizioni delle radicole ammalate e le forme fungine parassitarie che vi trovai.

Quando si sradicano le piante morte in modo da mettere a nudo le estremità radicolari colle loro spugnole intatte, noi troviamo che la loro forma è alterata. Di solito due sono le forme principali d' alterazione.

Spessissimo le radicole sono aggruppate in grumi formati da una infinità di ramuscoli brevissimi e molto ravvicinati, disposti in tutti i piani possibili. Queste dimensioni minime rammentano assai l' aspetto dei cespugli di corallo rosso, sicchè posso indicare queste forme di radici coll' epiteto di *coralloidi*. Esse sono sempre invase da un micelio parassitico biancastro, o un poco bruniccio. È facile intendere come abbiano origine.

Quando una spugnola è attaccata dal micelio in modo che non possa più oltre vegetare, tosto al disopra del suo apice vegetativo emette un germoglio novello, il quale appena si sia alquanto allungato, è sorpreso dal micelio come il suo generatore, già arrestato nel suo accrescimento. Da questo secondo allora pullula un rametttino di terz' ordine, che siegue la sorte dei due precedenti. Allo stesso modo, imbavagliati dallo stesso micelio, vengono dietro innumerevoli altri, che tutt' assieme si intrecciano, formando il grumo coralloide.

Il secondo modo di formazione consiste in un ingrossamento notevole delle spugnole sparse più o meno in abbondanza, non mai stipate in forma di grumi. Questo ingrossamento dà loro la forma di una pera allungata; dappoichè il ramuscolo di cui è terminazione sia molto più sottile della spugnola e ne formi come un peduncoletto. Sono le radicole *oliveformi* del Sig. De-Seynes ; e che noi chiameremo piuttosto *piriformi*. Esse sono sempre rivestite da un micelio più o meno nero (Tav. IV fig. 3).

Fra le *coralloidi* e le *piriformi* stanno molte forme intermedie; tali sarebbero le coralloidi a ramuscoli allungati, che si ponno qualificare *digitiformi*, (Tav. IV fig. 2) rammentando press' a poco le due, tre, quattro dita della mano. Le une e le altre si trovano accanto nella stessa radice, ovvero prevalgono nei diversi esemplari ora le une ora le altre.

Il micelio parassita assume diversi aspetti; talora è bianco, quasi candido e nelle radicole coralloidi si scorge sotto forme di fili più o meno ramificati, intrecciati irregolarmente, più o meno attorcigliati in cordicine, che passano da ramuscolo a ramuscolo, da grumo a grumo, li ravvolgono insieme in una rete intrecciatissima, in veli, in falde, in fiocchi; poi si contorcono di nuovo in cordicine più o meno

grosse, che si scostano e si arrampicano lungo i ramoscelli più grossi e li collegano fra loro (Tav. V fig. 1. *a*, *b*, *r*).

Si noti però che molte volte i micelii a barba bianca, abbondanti, diffusi, che olezzano di fungo anche a distanza, non paiono avere tutta quella esizialità che si attenderebbe. Ho visto molte pianticine da vivaio massime negli orti un po' grassi, colle radici loro tutte biancheggianti come matasse di cotone candido, sbarazzarsi dopo un anno, due, del molesto ospite e rimettersi in vigore, massime se trasportate in terreno più magro. Del resto sopra moltissime piante morte di tutte le età ed in terreni aridi, manca affatto questa forma. Della quale veramente è difficile decidere se abbia un nesso genetico colle altre forme, che sono intimamente adese coi tessuti delle spugnole e delle minime ramificazioni radicali. Questo micelio bianco si trova ordinariamente sui grumi radicali delle piante ancora vive.

Le altre forme di micelio, che credo essenzialmente inerenti alla malattia, incappucciano le estremità radicolari sia coralloidi, sia piriformi *come un guanto bene attillato sul dito,* (Tav. V fig. 1. *a*, *b*. - 2-3) formandovi uno straterello d' uno spessore, proporzionalmente al diametro della radicola, abbastanza notevole. I suoi ramuscoli intrecciatissimi si espandono alla superficie in una pubescenza floscia, di cui alcuni fili qua e là attorcigliandosi fra loro s' arrampicano sui ramuscoli più grossi, (Tav. V fig. 1. *r*.) e divagano sugli adiacenti.

Dalla superficie interna del guanto miceliale partono dei fili minutissimi, che compenetrano nelle cellule dello spessore della spugnola. Per mettere in evidenza questi ramuscoli, bisogna far bollire le radicole in una soluzione di potassa, operazione che del resto conviene sempre praticare in queste ricerche, poichè con essa i tessuti gonfiando notevolmente si possono sezionare e distinguere meglio nei loro elementi.

Questo micelio che inguanta le spugnole assume anch' esso due aspetti distinti.

Il più spesso gli ifi si intrecciano fra loro in grandissimo numero e si stipano in modo da formare un *feltro,* un panno fitto, di cui però al microscopio possiamo distinguere e seguire più o meno i singoli fili, come in un feltro artificiale. Questa forma qualifichiamo col termine di *panno miceliale feltrato* (Tav. V fig. 1. *a*, *b*).

Altre volte, ma più di rado, la buccia miceliale è fatta di articoli brevissimi, ma così ben uniti fra di loro e coi collaterali da non lasciar scorgere alcuna ramificazione, nè alcun intreccio di fili. Allora la cuffia radicale nel suo insieme ci apparisce come formata da un vero tessuto parenchimatoso, originato per segmentazione come il più degli altri tessuti veri vegetali. Qualifichiamo questa forma col termine di *panno miceliale pseudo-parenchimatoso* (Tav. V fig. 3).

Queste due forme di panno *feltrato* e *pseudo-parenchimatoso* non si possono in alcun modo confondere fra loro. Ma d' altra parte io non potrei assolutamente negare che abbiano fra loro un nesso genetico, non sieno cioè trasformazioni successive di una stessa entità fungina, di uno stesso micelio; quantunque, come vedremo più avanti, si diano alcuni fatti, che le farebbero sospettare dipendenti da due specie distinte di funghi.

Nell' un caso e nell' altro il micelio costituente la guaina, che incappuccia le radicole, in principio è bianco, poi a poco a poco diventa bruno, poi nero intenso nelle radicole vecchie, (Tav. V. fig. 2) senza alcuna trasparenza, e si mantiene tale anche bollito nella potassa; mentre quando è ancora bianco o bruniccio con questo mezzo diventa più trasparente. I fili o semplici o attorcigliati in cordicine, che si dipartono dai ramuscoli, arretiscono fra loro i grumi radicali, e vi formano intorno una lanugine floscia; (Tav. IV fig. 4) e invecchiando abbruniscono e nereggiano; la loro parete ingrossa e la superficie esterna si riveste di minutissime eminenze bruno-cupe, puntiformi.

Sulle radici morte da parecchio tempo si può rilevare che il panno miceliale, tanto feltrato che pseudo-parenchimatoso, s' avanza più o meno in su delle spugnole abbracciando ramuscoli di due o tre millim. di diametro, d' onde si ponno staccare falde abbastanza larghe dello stesso panno mediante la bollitura colla potassa.

Sulle radici più grosse di tre o quattro millim. di diametro, il micelio penetra nei tessuti della corteccia, principalmente al disotto dei primi straterelli suberosi, o anche tramezzo ad essi. Ma allora perde la coesione di panno continuo, per ramificarsi bizzarramente, intrecciando i propri ramuscoli in reticoli irregolari. (Tav. I fig. 1).

Quando poi la proliferazione di questo micelio, oltrepassando gli strati del libro, invade la zona cambiale, si fa dissecatore e distacca la corteccia secondaria tutt' insieme col libro dal legno, trasformandola in un astuccio tuboloso intorno al corpo legnoso, interponendovisi a guisa di feltro irregolare, come fanno di solito le rizomorfe sub-corticali.

Qualche volta molti articoli del micelio, penetrato negli strati suberosi, si fanno brevissimi sub-rotondi, ingrossano un pochino più dei precedenti e dei susseguenti, si fanno più cupi di colore e perdono ogni trasparenza; si adunano in file di tre, quattro, sei, per poi riacquistare la forma e colore dei soliti articoli, ai quali si interpongono, insomma acquistano il carattere *di conidii*, e più precisamente dei conidii di una *Torula* (Tav. I fig. 2), che certamente è quella stessa indicata dal De Seynes coll' appellativo di *Torula exitiosa* (pro tempore) (1), come Egli stesso me ne ha assicurato, esaminando uno schizzo che io gli ho mandato. Debbo far avvertire che questa forma riproduttiva mi occorse rare volte sulle radicole ammalate dei nostri castagni; mentre il De Seynes l' ha trovata, pare, assai più di frequente.

Altre volte ancora il micelio penetra nelle cellule suberose, ne invade tutta la cavità, segmentandosi in articoli brevissimi senza però arrotondarsi nè annerire più intensamente, e quindi non acquistando il carattere proprio della *Torula*. (Tav. I fig. 4).

Più spesso invece il micelio, sempre nello spessore degli strati suberosi, s' ag-

(1) *De Seynes*, Le parasite de la maladie du Châtaignier, etc. Congrès de Montpellier 1879. Questa specie è descritta e pubblicata dal Prof. Saccardo nella *Michelia*, fasc. VIII. p. 554.

glomera in reticoli fitti, formando delle macchie a contorni irregolarissimi, intramezzate da aree più chiare, come finestrine interposte (Tav. I fig. 1). Le intricatissime ramificazioni di queste macchie, progredendo, si addensano in pulvinoli amorfi, talora come i prodromi o gl' incunabuli della forma di fruttificazione più elevata, i *picnidii*, da me trovata nel 1878, e già indicati nel mio ultimo lavoro (l. c. p. 14, 43.) sotto il nome di *Sphaeropsis o Diplodia* che dir si voglia, secondo le opinioni dei micologi (1).

Si noti che tutte queste forme di micelii, compresi i picnidii della *Sphæropsis*, s' annidano sempre tramezzo ai tessuti della corteccia, giammai penetrano nel legno, anzi rare volte vanno oltre il periderma per entro al parenchima del libro.

I periteci della *Sphaeropsis* non sono infrequenti, ma non si possono assolutamente scorgere sulla superficie libera della corteccia. La quale essendo annerita e rugosa, non li lascia distinguere neppure quando protuberano, rialzando lo strato suberoso che li ricopre. Per vederli bisogna praticare dei tagli longitudinali radiali sui ramuscoli di 3-4 millim. di diametro, chè sui più grossi non stanno. Talora il caso ce li fa incontrare con tutta facilità; talvolta invece ci si rimettono tempo e fatica indarno. Il Sig. *De Seynes* dice di non averli mai potuti rilevare (2). Fu sfortuna? o fors' anche questa forma di fruttificazione non è ancor comparsa nei castagneti da lui visitati? È ciò che non saprei dire.

I periteci della *Sphaeropsis* si ponno talvolta trovare in un certo numero facendo bollire i ramuscoli nella potassa, e sfaldandone con diligenza gli strati suberosi. Io ho avuto la fortuna di rinvenirli e in qualche abbondanza e in tutti gli stadii di evoluzione (Tav. I fig. 2). Dopo moltissime osservazioni ho potuto accertarmi, che quando la corteccia si è staccata dal legno a guisa di tubo, quasi sempre tramezzo agli strati di sughero bolliti nella potassa, si snidano i periteci in qualche abbondanza.

I periteci, quando hanno generato le spore nel loro cavo, si presentano come corpicciuoli rotondi o semirotondi a base piana, colla quale aderiscono al tessuto: hanno l'apice un pò depresso e papillato, con un forellino nel mezzo della papilla (l' *ostiolo*). La parete del peritecio (o *picnidio*) può dirsi membraniforme: consta di un intreccio reticolato a maglie irregolari allungate di ifi, che dal bruno man mano passano al nero, aventi tutt' assieme l' aspetto di un pseudoparenchima. (Tav. I fig. 2) Al disotto della parete membranosa e all' ingiro, procedendo verso il mezzo della cavità periteciale, il pseudo-parenchima diventa subito bianco; le celline si fanno sempre più minute, ricche di plasma granulare e di goccioline oleose; finchè verso il mezzo e tutt' intorno ad una cavità centrale, piccola relativamente al volume del peritecio, le cellule dello straterellino più interno portano ciascuna uno *sterigma*, o bastoncino tenuissimo, che a sua volta è latore di una spora (Tav. II).

(1) *Diplodia castaneæ* Sacc. var. *radicicola*, in *Michelia*, VIII. p. 537.
(2) *De Seynes*, séance du Congrès etc. l. c.

Le spore giovani sono ellitiche, bianco-trasparenti, a contenuto di granulazioni finissime, un tutt' insieme come se fosse di una emulsione oleosa. Più tardi il contenuto loro si fa bruno, sempre più cupo, omogeneo di trasparenza oleosa; la parete diventa grossa. Il volume delle spore mature diminuisce alquanto; e qualche volta la loro figura da nettamente ellittica si fa ovata o un po' irregolare. Non mi è mai occorso di trovare delle spore biloculari, anche perfettamente mature, quali appajono dal color bruno cupo.

Ho tentato due volte la coltivazione di queste spore ma invano: anche dopo averle conservate per tre mesi entro un liquido nutritizio (decotto di corteccia morta di castagno) in una camera umida, non diedero segno di vita. Se col tempo mi riuscisse questa ricerca, si potrebbe sciogliere anche il dubbio accennato di sopra sull' origine unica o diversa delle due forme di panno miceliale *feltrato* e *pseudo-parenchimatoso*.

Però dopo moltissime osservazioni ho potuto verificare che la forma *torulacea* (*Torula exitiosa* De Seynes) procede direttamente dalla germinazione della spora di una *Sphaeropsis*, e che i periteci della *Sphaeropsis* stessa sono in comunicazione mediante fili e cordicine miceliali colla cuffia reticolata che ricopre le spugnole, di cui dunque la *Torula* e la *Sphaeropsis* sarebbero le forme di fruttificazione. Le quali però si sviluppano soltanto sulle radici morte; mentre il micelio delle cuffie radicali trovasi sulle piante vive e sane, e anche sopra altre piante, come vedremo.

In ogni caso questi micelii, anche quando sono così abbondanti da invadere la zona cambiale, non penetrano mai nel legno.

Un' altra forma miceliale s' incontra sulle radici morte. Nei tessuti della corteccia questo micelio invade principalmente le grosse e lunghe fibre del libro. I suoi fili non formano reticoli a maglie intricate, nè panni di forma diversa, ma piuttosto dei grumi ellittico-allungati nel senso delle fibre, scleroziformi (Tav. I fig. 5). Gli articoli sono brevi; le pareti sono grosse tanto, che il lume quasi ne è otturato: il loro colore è nero intenso; perciò si distinguono facilmente dai reticoli miceliali della *Torula* e della *Sphaeropsis* descritti precedentemente. Questo micelio invade la superfice del legno ordinariamente messa a nudo per il distacco della corteccia, e vi forma delle linee tortuose, irregolari, bizzarre un po' rilevate al tatto, sicchè si potrebbero rassomigliare alle linee dei confini sopra una carta geografica, e perciò io lo denomino coll' epiteto di *micelio geografico*. Esso penetra nei tessuti del legno aggirandovisi irregolarmente senza preferire elementi speciali. Però si trova un pò più spesso nelle cellule del parenchima legnoso e dei raggi midollari; talora entra nel loro cavo e lo riempie; talora invade anche i piccoli vasi e ne ottura parecchi articoli; qualche volta annerisce tutto un segmento di cilindro del corpo legnoso.

Questa forma miceliale peraltro non mi parve così diffusa, e quindi così esiziale come quella che dissi precedentemente appartenere alla *Sphaeropsis* ed alla *Torula;* e nemmeno potei rilevare che abbia un nesso genetico qualunqne con queste

forme di fruttificazioni. Bensì ho avuto la fortuna di accertarmi che il micelio geografico germina direttamente da una spora ben diversa da quella della *Sphaeropsis;* è elittico-romboidale, appuntata ad amendue le estremità; la sua lunghezza è il doppio della sua massima larghezza, è quadriloculare, di color fosco assai cupo, cosicchè talvolta riesce difficile lo scorgere i siparii delle loggie.

Dopo molte e ripetute indagini riuscii a scovare l'origine di questa spora. Sopra la corteccia dei ramuscoli di 4 a 6 millim. di diametro, morti s'intende, assai annerita e rugosa, scoprii a nudo tramezzo alle rughe alcuni periteci minuti semisferici, papillati all'apice. Le pareti loro si ponno dire membranacee, perchè formate da uno strato solo di pseudo-parenchima nerissimo a maglie minutissime; gli ifi di cui risulta sono affatto obliterati. Nella cavità del peritecio e nel mezzo della sua base il micelio forma come un rialzo o pulvinolo, d'onde partono radiando molti aschi, di forma elittico-clavata, peduncolati, a membrana sottilissima e facilmente diffluente. In mezzo agli aschi si allungano delle parafisi sottilissime, semplici, trasparenti, pure diffluenti. In ciascun asco trovansi ordinariamente otto spore, identiche a quella descritta più sopra, e che germinando dà origine al micelio geografico; del quale, non ho più dubbio, i periteci ascofori sono le forme di fruttificazione più elevata (Tav. III fig. 1). Dai sistematici questi periteci si ascrivono al genere *Melanomma* Nitschke (1). Non ho mai potuto riconoscere se tra queste forme di fruttificazione e di micelii e quelle della *Sphaeropsis* siavi un nesso genetico.

È difficile per altro scorgere i periteci del *Melanomma.* Forse ciò avviene perchè o nel ripulire i frustoli delle radicole della terra, o facendoli bollire nella potassa, i periteci, essendo superficiali, si distaccano e si disperdono.

Da questo apparato di forme parassitarie fungine, massime vegetative, foggiate a reticoli più o meno fitti, che strozzano le spugnole e i ramuscoli minuti, trovate recentemente su tutte le centinaia di piante morte ed ammalate da me esaminate, io fui condotto molto naturalmente a supporre, essere desse esclusivamente la causa diretta della malattia.

Esclusa senza dubbio la depauperazione del terreno, non si può cercare altro agente mortifero fuorchè nei parassiti fungini, dacchè abbiamo veduto che i parassiti animali non se ne possano in alcun modo incolpare.

In tutto questo insieme di reticoli, di cuffie, di panni, di periteci picnidici e ascofori, di coroncine di Torula c'è quanto basta e ad esuberanza da soddisfare le esigenze dei più guardinghi parassitologi, fitopatologi. E anch'io avrei potuto acquetarmivi; tanto più che mi sentivo confortato dall'opinione dell'eminente micologo il *De Seynes*, che nei suoi scritti pubblicati e nella corrispondenza privata con me non esitava minimamente ad attribuire la morìa dei castagni al complesso di questi parassiti fungini.

(1) *Melanomma Gibellianum.* Sacc. in Michelia VIII. p. 531.

Malgrado però la persuasione che anche in me era entrata, credetti utile cosa il confrontare i tessuti delle spugnole e delle radici ammalate con quelle delle sane.

I miceli sopra le piante vive o sane — Cominciai dall' osservare le radicine di alcune pianticelle venute da semi sanissimi, e coltivate in terra sabbiosa entro vasi nel giardino botanico di Modena. Non fu poca la mia meraviglia quando nell' aprile dello scorso anno trovai fra le radicine normali non poche terminate da grumi di radicole minute coralloidi, e delle cordicine di rizomorfe colleganti qua e là i ciuffetti radicali, e ancora non infrequenti le estremità colle spugnole piriformi clavate; e queste rivestite di panno miceliale feltrato, pallido, bianco o bruniccio, o nero più o meno intenso. A compiere l' apparato parassitario non mancavano che lo sviluppo del panno miceliale lungo le radicole più grosse, e le forme di fruttificazione di *Torula* e di *Sphaeropsis*.

I micelii e il loro modo di avviluppare le spugnole e le radicole piriformi erano perfettamente identici a quelli delle radici ammalate. Ma qui il parassita non andava oltre la spugnola o ben poco sopra, con ramuscoli superficiali vaganti. La corteccia delle radicole anche grosse era sempre aderente al legno, che scuoiato presentava il suo bel color roseo, caratteristico della sua salute, e tanto diverso dal bruniccio, sporco e fuliginoso che si scorge alla superficie del legno delle radici ammalate. Ripiantai le pianticelle tenendole in osservazione.

Mi procurai allora radici di castagni da località sanissime di Montese e di Fiumalbo dell' alto Appennino Modenese, e con nuova meraviglia vi trovai lo stesso identico fatto. Ne cercai altrove e ne ebbi da Monte Salvaro (Bolognese), da Ospedaletto (Pistoiese), dai colli circostanti a Parma, da Ceva e da Cuneo (Piemonte), dai contorni di Napoli, in parecchi esemplari per volta; ripetei le osservazioni sopra molti individui coltivati in vasi e nel giardino botanico di Modena; e sempre mi confermai nello stesso identico risultato.

Ormai il dubbio mi era fortemente entrato nella mente, che certe forme parassitarie potessero avere un *indigenato* tollerato e tollerabile sulle radici del castagno sano, senza suo sensibile detrimento.

Allora naturalmente pensai di tenere in osservazione lo sviluppo graduato delle radicole del castagno nel progresso della stagione estiva. Ed ecco quanto ho potuto rilevare.

Il castagno non comincia a sviluppare le sue nuove radici, se non quando ha messo fuori tutte le foglie delle gemme invernali. Si può dire che la prima evoluzione di queste è fatta tutta a spese dei materiali amilacei raccolti nei tessuti giovani del tronco. Verso la metà di maggio (un po' prima, un po' dopo a seconda dell' altezza in cui vegeta il castagno) gli assi radicolari colle loro estremità grosse cominciano ad allungarsi.

L' allungamento è intercalare giacchè si vedono le estremità rivestite di strati suberosi più grosse del loro ramuscolo rispettivo, che nei tratti di allungamento,

tutto di tessuti novelli, è più bianco e più sottile (Tav. IV fig. 2). Ben presto sopra questi stessi tratti allungati, e più o meno presso all' estremità vecchia e coperta di sughero, rampollano dei ramuscoli relativamente grossi, ravvicinati, i quali acquistano l' aspetto di grosse digitazioni coralliformi, coll' estremità conica coperta di pileoriza verdiccia, nelle quali si può benissimo seguire lo sviluppo graduato del pleroma, del procambio, dei fasci vascolari, ecc. Questi rami digitati possono dirsi non le radici assorbenti vere, ma i *porta radici*. Essi si allungano, si distanziano fra loro, perdendo l' aspetto digitiforme, e svolgono man mano intorno a sè le radicine di terz' ordine, ricchissime di capillizio radicale assorbente. Le ultime di esse però si mantengono sempre ad una certa distanza dall' estremità del rispettivo asse *porta-radici* (Tav. IV fig. 1).

Frattanto tutte le estremità radicolari piriformi e coralloidi, trovate in abbondanza in principio di primavera a poco a poco si vanno distaccando e scompaiono. Ne avviene quindi che verso la metà di Agosto non se ne rilevano punto o ben poche; e di questa stagione le radici hanno l' aspetto perfettamente sano, ben diverso da quello che mostrano all' incominciare della primavera.

Non è a dirsi per altro che alcune novelle grosse radicole digitiformi (*porta-radici*) restino affatto immuni; anzi in qualche caso il micelio vagante delle tenui rizomorfe le investe man mano che spuntano. Pur tuttavia si può vedere che la pianta ripara ben presto ai ramuscoli avariati, dando luogo allo svolgimento rapido e abbondante delle radicine di terz' ordine con apparato assorbente, alle quali il micelio non può tener dietro, sicchè desse vivono e funzionano fisiologicamente.

Di questo modo si può verificare che dall' agosto e più o meno fino verso la fine di settembre, le radici si vanno spogliando intieramente, o quasi, dalle vecchie radici piriformi e digitiformi. Man mano però che la stagione ritorna umida e freddolosa, i micelii ultimi restati quasi in forma di sclerozî a ridosso delle ultime spugnole morte prendono nuovo sviluppo, e cominciano ad invadere un' altra volta i grossi rampolli radicali porta-radici ultimi venuti; e così man mano che la vegetazione va rallentando, aumenta l' invasione parassita sui teneri tessuti delle gemme radicali spuntate nella tarda stagione, continuando il loro lavorío durante l' inverno, e riprendendolo anche più vivace durante i primi tepori primaverili fino al maggio.

Infatti io nell' autunno scorso sulla fine di settembre ho visitate le regioni castanecole di Varese, di Valcuvia, del Monte Generoso (Provincia di Como), l' alta regione montana del Biellese a 1000 metri d' altezza, dove ancora la malattia non è comparsa; l' Apennino intorno a Savona (Monte Armetta), i monti della valle Polcevera presso Langasco e Mignanego, di Fontana-buona e Gattorno (provincia di Chiavari), dei contorni di Parma, di Fiumalbo (Modenese), di Montevecchio (sorgenti della Secchia), ebbi un' altra volta dei giovani castagni dei contorni di Napoli, tutte località finora impregiudicate; e sempre sulle radicole ho trovate le stesse forme parassitarie.

Nell' ottobre scorso ho ripetute le osservazioni sui castagni coltivati in vasi nel nostro giardino, e costantemente vi rinvenni le radicole piriformi incappucciate dal micelio.

Per poter poi rilevare una differenza per così dire quantitativa nella diffusione di questo micelio radicale nell' autunno e nella primavera, pensai di staccare nello scorso ottobre dei ciuffi di radicole dei castagni adoperati nelle esperienze in terre lavate e coltivati entro barili in miscela di terra di Serra Mazzone, quarzo e sabbia del Ticino, e le conservai nell' alcool. Quindi alla fine di marzo feci staccare altri ciuffi radicali dalle stesse piante.

Esaminate di confronto mi si presentarono sempre gli stessi fatti. Se non che la quantità d' estremità radicali piriformi e digitiformi e coralliformi vestite dalla buccia miceliale, era manifestamente più abbondante nelle radici colte nel marzo che in quelle spiccate in autunno.

Nuove ricerche allo stesso scopo feci sopra castagni coltivati in miscela di quarzo e terra di Serra Mazzone, in miscela di quarzo e caolino, in quarzo puro: il risultato fu sempre identico.

Allora naturalmente supposi che questo fatto singolare fosse più generale, ossia potesse verificarsi sopra radici di altre piante oltre a quelle del castagno. E l' esito delle mie indagini mi diede pienamente ragione.

Esaminai per le prime le radici del *Faggio*, poi quelle della *Quercia Rovere*, e vi riscontrai il fatto in piena evidenza.

Allora estesi le osservazioni al *Frassino*, all' *Acer campestris*, alla *Negundo fraxinifolia*, al *Ligustrum vulgare*, all' *Acer pseudo-Platanus*, al *Ciliegio*, all' *Olmo*, al *Ginepro*, al *Pino silvestre*, al *Pero*, al *Susino*, al *Corniolo*, al *Cornus sanguinea*, al *Viburnum Lantana*, al *Noce comune*. Ma tutte le radici di questi ultimi alberi avevano le loro estreme punte nette, pulite, monde da qualsiasi parassita.

Continuai il mio esame sopra il *Nocciuolo comune* (Avellana), l' *Ostrya vulgaris*, il *Carpinus betulus*, la *Quercus Cerris*... Ebbene, tutte queste avevano, come il faggio e la rovere, le radicole coperte dalla cuffia miceliale come il castagno.

Mi procurai dalla compiacenza del Prof. Arcangeli delle radici di *Quercus Concordia*, di *Q. Macrocarpa*, *Q. Pyramidalis*, specie esotiche coltivate nell' orto botanico di Pisa, e sopra molte delle loro spugnole digitiformi, quantunque, a stagione inoltrata (verso la metà di giugno) rinvenni patentissimo il micelio parassitario pseudo-parenchimatoso.

Ora se noi badiamo alle specie che presentano immancabile questo parassitismo, per cosi dire, *necessario*, troviamo che esse appartengono tutte alla famiglia delle *Cupulifere*. Questo fatto tanto speciale, parmi assolutamente nuovo; almeno non ho trovato finora chi ne abbia fatto cenno.

Ed io non esito a crederlo di molta importanza, in quanto che mostra ad evidenza, che il parassitismo fungino non è per nulla accidentale, nè dipendente da condizione di clima o di terreni speciali, ma collegato a certe condizioni di biologia

e di struttura anatomica (ora assai difficili a definire), esclusive forse a questa famiglia di piante, le cui specie mostrano molte affinità organologiche fra di loro. Ulteriori osservazioni mi faranno conoscere fin dove si verifichi questo fatto nelle altre specie delle Cupulifere, e se mai si ripeta in altre famiglie.

Considerazioni generali. — Teorica sulle cause della malattia — Ora quali illazioni generali si possono razionalmente derivare dal complesso di questi fatti?

La malattia non è evidentemente causata, malgrado le prime apparenze, da depauperazione di materiali nutritizi del terreno, nè da mutate condizioni climateriche. Essa dunque non può essere d' altra natura fuorchè parassitaria. E in tal caso nessun altro parassita può accagionarsene, fuorchè il micelio che attornia le spugnole, ne impedisce l' accrescimento, le trasforma in grumi coralloidi, piriformi, digitiformi ecc.

Ma qui ci si affaccia un ostacolo assai grave alla dimostrazione della reità della cuffia miceliale. Come avviene che questo fatto si verifichi non solo su tutte le radici dei castagni sani, ma anche sopra molte altre piante della famiglia delle Cupulifere?

A risolvere questa questione con dati positivi per ora non ci è possibile. Soltanto ci sia permesso ricorrere ad un' ipotesi più o meno razionale.

È un fatto che il parassita ha un indigenato per così dire necessario sulle radici di molte Cupulifere; nello stesso modo che molti vermi e insetti e molti parassiti vegetali, come le *Lorantacee*, le *Rafflesiacee*, le *Balanoforee* ecc. hanno stanza naturale e innocente (entro certi limiti) sopra diversi organi sani vegetali e animali. Ma fintanto che le piante *soggetto* sono in buona condizione di vegetazione, la moltiplicazione successiva del capillizio radicale non dà tempo nè modo al micelio di prendere uno sviluppo minaccioso, o anche di invaderlo al punto da impedirgli qualunque funzione. Se avvenga invece, che per qualunque ragione d' indebolimento la vegetazione della pianta illanguidisca, allora quella del micelio diventa tanto più rigogliosa, e investe tutte le nuove radicole man mano che vanno pullulando intorno alla principale radice strozzata. La pianta può tener duro contro questo devastatore degli organi d' assorbimento per due, tre anni o poco più. Ma poi poco nutrita per difetto di organi assorbenti, la pianta svolge uno scarso fogliame durante l' estate, cui come conseguenza inevitabile tien dietro una più scarsa assimilazione di materiali amilacei e di riserva, dei quali si raccoglie una quantità sempre più deficiente nei serbatoi naturali durante la stagione estiva. E intanto le radicole novelle si producono in numero sempre più esiguo, e anche queste poche sono più facilmente strozzate dal micelio. In questo modo si entra in un circolo vizioso, che finisce colla morte della pianta.

Come è evidente si avrebbe qui una nuova forma di *concorrenza vitale* tra la pianta del castagno ed il suo tenebroso ospite.

Con questa ipotesi si spiegherebbe assai bene un fenomeno della malattia, tanto

curioso quanto doloroso a vedersi. Spesso si scorgono castagni adulti, annosi, svolgere le loro foglie, sebbene evidentemente scarse in numero, durante la primavera. Poi all' incominciare dell' estate quasi ad un tratto, in meno di otto giorni, tutto il fogliame di queste piante inaridisce: si direbbe che siano state avvelenate! In che modo avviene questo tristo processo?

Abbiamo detto più sopra, che il primo fogliame che sbuccia dalle gemme in primavera è tutto organizzato a spese dei materiali amilacei e proteici accumulati nell' estate precedente nei soliti serbatoi naturali del tronco, rami e radici; che queste ultime non possono fornire materiali assorbiti dal terreno, in quanto il novello capillizio non si sviluppa che al cominciare della state, durante la qual stagione una nuova chioma fogliare si va aggiungendo alla prima, alimentata dai succhi assorbiti dalle nuove radici.

Ora se si ammette che una pianta colle radici già invasa da un abbondante micelio, pronto a soffocare le novelle che s' attentano a spuntare, si trovi per qualunque ragione in istato di debilitazione, dessa potrà benissimo all' incoarsi di una stagione vegetativa col poco materiale amiloproteico, raggrannellato nell' anno precedente, svolgere una prima chioma fogliacea. Ma frattanto il nemico implacabile non dà tregua alle radici tenerelle; l' evoluzione del capillizio radicale è intieramente intercettata, e la pianta, esaurita la poca provvisione nutritizia collo svolgimento delle prime frondi, non può procedere alla seconda fase vegetativa (durante la quale deve anche produrre i fiori), e necessariamente inaridisce e muore.

Comunque sia, per quanto questa ipotesi ci sembri probabile, perchè appoggiata da fatti di innegabile evidenza, e confortata anche dalla concorde opinione dell' egregio micologo il *De Seynes*, che per lettera più volte me la espresse, noi dobbiamo accettarla ancora come suol dirsi col benefizio dell' inventario. Per ora è sempre allo stato di teorica non dimostrata in modo assoluto da quella stretta catena di fatti, di cui ogni anello è ad un tempo effetto del precedente e causa indubbia del susseguente, come dev' essere di tutto quel tanto di ben noto che acquista carattere scientifico.

Certo è che questo fatto di parassitismo fungino immancabile sulle radici di tutta una famiglia di piante, e innocuo entro certi limiti, ci diventa come il punto di partenza per l' attuazione di nuovi studî, compiuti i quali molto probabilmente potremo sciogliere per intero il grave e complesso problema delle cause della malattia. Poichè, anche ammesso che il parassita in date condizioni di debolezza della pianta diventi il fattore principale morbifico, resterebbe sempre a dimostrare per quali cause la pianta s' indebolisca, e si lasci quindi soprafare ed uccidere dal parassita spadroneggiante.

Innanzi tutto, secondo me, converrebbe tentare la coltivazione del parassita allo stato per così dire *innocuo*, e quindi sopra radici di piante sane, recise dalla pianta in modo che muoiano, e mantenute in un ambiente opportuno allo sviluppo del fungillo, come avverrebbe su di una radice morta. In questo modo si potrebbe

forse geneticamente dimostrare essere la forma di fruttificazione di *Torula*, *Sphaeropsis*, *Melanomma*, figliazioni legittime delle cuffie delle spugnole, e delle rizomorfe che ne procedono. Si potrebbe inoltre verificare se queste fruttificazioni appartengano ad una sola specie fungina od a specie diverse.

Un altro problema da risolversi sarebbe quello di verificare se collo sviluppo della *Sphaeropsis* nelle radici morte abbia relazione genetica la *Diplodia castaneæ*, che cresce sugli stecchi morti e sulle foglie del castagno, i detriti delle quali, coperti da periteci analoghi a quelli della *Sphaeropsis*, trovai talvolta ricoprire le barbe radicali superficiali.

Da ultimo si potrebbero coltivare i fungilli che crescono sulle castagne avariate, e studiarne le forme diverse, per vedere se mai presentassero qualche attinenza causale colla malattia dell' *inchiostro*.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavola I.

Fig. 1ª — Espansioni pseudo-parenchimatose del micelio sul quale si sviluppano i periteci della *Diplodia Castaneæ* Sacc. ($^1/_8$ Hartn.)
Fig. 2ª — Forme della *Torula exitiosa* De Seynes. ($^1/_8$ Hartn.)
Fig. 3ª — Peritecii immaturi della *Diplodia Castaneæ* Sacc. in varii stadii di sviluppo ($^1/_7$ Hartn.)
Fig. 4ª — Micelio innicchiato nelle cellule suberose. ($^1/_8$ Hartn.)
Fig. 5ª — Forme scleroziali del micelio del *Melanomma Gibellianum* Sacc. serpeggiante tramezzo al parenchima cristallifero ed alle fibre del libro ($^1/_8$ Hartn.)

Tavola II.

Sezione mediana di un peritecio maturo di *Diplodia Castaneæ* Sacc. La sezione attraversa in senso longitudinale radiale gli strati suberosi, quelli del parenchima cristallifero e le fibre sclerenchimatose del libro. In *E* si scorgono parecchi corpuscoli di *Acido Ellagico*.

Tavola III.

Fig. 1ª — Peritecio maturo aperto di *Melanomma Gibellianum* Sacc. ($^1/_8$ Hartn.)
Fig. 2ª — Sezione tangenziale longitudinale attraverso il parenchima del libro, nel quale si sono depositati molti corpuscoli di *Acido Ellagico* in diversi gradi di sviluppo, e di diverse dimensioni. In molte cellule si scorgono dei granuli amilacei, che danno debolissima reazione alla tintura di jodio. ($^1/_8$ Hartn.)
Fig. 3ª — Pezzo di corteccia di radice ammalata veduta sulla superficie interna del libro, tutta inquinata di corpuscoli di *Acido Ellagico*. ($^8/_1$).

Tavola IV.

Fig. 1ª — Radice sanissima di pianta coltivata in vaso in via di accrescimento normale, levata di terra nel Giugno 1881. ($^0/_0$).

Fig. 2ª — Radice sanissima della montagna Pistoiese in principio di accrescimento primaverile intercalare (Maggio 1881). Le estremità digitiformi e coralliformi sono ancora coperte dall' epidermide suberificata, mentre i rami generatori allungandosi se ne sono già spogliati. ($^5/_1$).

Fig. 3ª — Radicola colle estremità piriformi e coralliformi coperte di micelio nero raccolte da pianta sanissima della montagna Modenese (Apr. 1881.) ($^5/_1$).

Fig. 4ª — Radici colle estremità piriformi e coralloidi coperte da panno feltrato più o meno fosco e nero, e allacciate fra loro da rizomorfe; raccolte da pianta sanissima della montagna Modenese nell'Aprile 1881. ($^5/_1$).

Tavola V.

Fig. 1ª — L'estremità di un asse radicale con una radicola laterale coperte da micelio pannoso feltrato. In *a*) il micelio è più recente e bianco; in *b*) è più avanzato in età e più abbrunito; in *r*) una rizomorfa che si distacca per avviticchiarsi ad un altro ramo radicale. In *e*) strato di cellule epidermiche disposte in direzione obliqua all'asse, a pareti percorse da canalicoli finissimi ramificati. Questo strato epidermico nella primavera del secondo anno si distacca interamente ed è sostituito dagli strati sottostanti a cellule rettangolari che presto si suberificano. In *g*) la guaina dei fasci o endoderma. ($^1/_8$ Hartn.)

Fig. 2ª — Estremità di una radicola piriforme coperta da micelio pannoso nero sclerotizzato. ($^1/_8$ Hartn.)

Fig. 3ª — Estremità di una radicola coperta da micelio pseudo-parenchimatoso. ($^1/_8$ Hartn.)

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

G. Gibelli. dis.° A. Baraldini. Lit. Bologna. Lit. G. Wenk.

G. Gibelli dis.° A. Baraldini. Lit. Bologna. Lit. G. Wenk.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

G. Gibelli dis.e A. Baraldini Lit. Bologna Lit. G. Wenk

G. Gibelli dis.° A. Baraldini lit.° Bologna lit. G. Wenk.

G. Gibelli dis.°

A. Baraldini Lit.

Bologna Lit. G. Wenk.